

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-323731

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

H01L 31/0232
G02B 6/42
H01S 5/022

(21)Application number : 11-132041

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing : 12.05.1999

(72)Inventor : OKADA TAKAHIRO
MURATA HIDEAKI

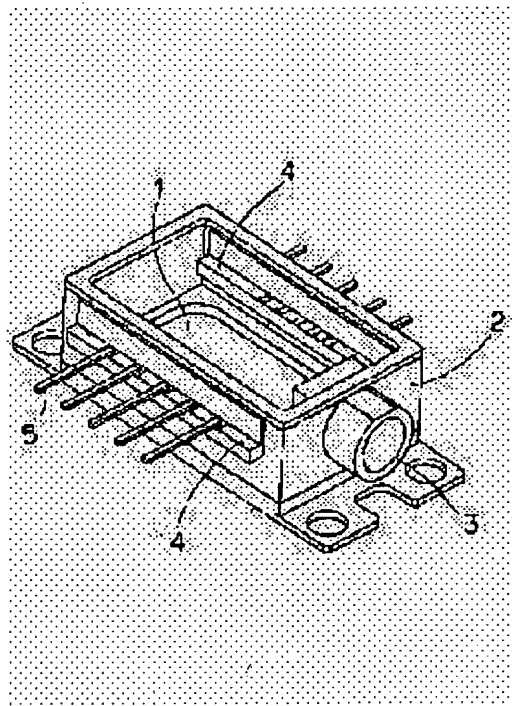
(54) PACKAGE FOR OPTICAL SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a package for optical semiconductor element which has superior wire bondability and solderability.

SOLUTION: This package for optical semiconductor element consists principally of a metal bottom plate 1, a metal frame body 2 provided on the metal bottom plate 1 to form an enclosure, a window frame 3 for optical fiber fitting which is provided to the front of the metal frame body 2, an electric signal input/output terminal 4 provided on the flank of the metal frame body 2, and an external lead 5 provided to the electric signal input/output terminal 4 and at least the metal bottom plate 1, metal frame body 2, the pad part of the input/output terminal 4, and the external lead 5 are

coated with an Ni layer, a Pd layer of $\geq 0.2 \mu\text{m}$ in thickness, and an Au layer of 0.1 to 0.6 μm in thickness in this order. Consequently, the Pd layer prevents the diffusion of Ni to secure wire bondability and the Au layer can be made thin through the mentioned operation of the Pd layer to secure solderability.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

PAT-NO: JP02000323731A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000323731 A

TITLE: PACKAGE FOR OPTICAL SEMICONDUCTOR ELEMENT

PUBN-DATE: November 24, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OKADA, TAKAHIRO	N/A
MURATA, HIDEAKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE	N/A

APPL-NO: JP11132041

APPL-DATE: May 12, 1999

INT-CL (IPC): H01L031/0232, G02B006/42 , H01S005/022

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a package for optical semiconductor element which has superior wire bondability and solderability.

SOLUTION: This package for optical semiconductor element consists principally of a metal bottom plate 1, a metal frame body 2 provided on the metal bottom plate 1 to form an enclosure, a window frame 3 for optical fiber fitting which is provided to the front of the metal frame body 2, an electric signal input/output terminal 4 provided on the flank of the metal frame body 2, and an external lead 5 provided to the electric signal input/output terminal 4 and at least the metal bottom plate 1, metal frame body 2, the pad part of the input/output terminal 4, and the external lead 5 are coated with an Ni layer, a Pd layer of $\geq 0.2 \mu\text{m}$ in thickness, and an Au layer of 0.1 to $0.6 \mu\text{m}$ in thickness in this order. Consequently, the Pd layer prevents the diffusion of Ni to secure wire bondability and the Au layer can be made thin through the mentioned operation of the Pd layer to secure solderability.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The window frame for optical fiber attachment prepared in the front face of a metal frame and a metal frame prepared so that a case may be made on a metal bottom plate and a metal bottom plate, In the package for OPTO semiconductor devices which makes the principal part the external lead formed in the terminal for electrical signal I/O prepared in the side face of a metal frame, and said terminal for electrical signal I/O The package for OPTO semiconductor devices characterized by nickel layer, Pd layer with a thickness of 0.2 micrometers or more, and with a 0.1-micrometer or more thickness [0.6 micrometer or less] Au layer being covered by the pad section of a metal bottom plate, a metal frame, and the terminal for electrical signal I/O, and external lead at this order at least.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the package for OPTO semiconductor devices which is excellent in wirebonding nature and soldered joint nature.

[0002]

[Description of the Prior Art] The package for OPTO semiconductor devices makes the principal part the external lead 5 formed in the window frame 3 for optical fiber attachment prepared in the front face of the metal frame 2 and the metal frame 2 prepared so that a case may be made on the metal bottom plate 1 and the metal bottom plate 1, the terminal 4 for electrical signal I/O prepared in the side face of the metal frame 2, and said terminal 4, as shown in drawing 1. The pad for joining a bonding wire to said terminal 4 is formed.

[0003] And the Cu-W alloy of right thermal conductivity which the terminal 4 for electrical signal I/O (it is a product made from a ceramic except the pad section) prepared in the side face, a Fe-nickel alloy, a Fe-nickel-Co alloy which the coefficient of thermal expansion approximated, etc. are used, and the metal frame 2 and a coefficient of thermal expansion resemble the metal bottom plate 1, and can radiate generation of heat of a semiconductor laser component etc. promptly is used for the metal frame 2.

[0004] Moreover, on metal outcrops, such as the pad section of the metal bottom plate 1, the metal frame 2, and the terminal 4 for electrical signal I/O, and the external lead 5, nickel layer and Au layer are covered in order, and reservation of oxidation and corrosion prevention of said metal outcrop, the metal bottom plate 1, and the soldered joint nature in the external lead 5, reservation of the wirebonding nature in said pad section, etc. are achieved. Here, Au line which is easy to join to Au layer is usually used for a bonding wire.

[0005] With such a package for OPTO semiconductor devices, a Peltier device (thermoelectric cooling element) is soldered on the metal bottom plate 1, and the carrier which carried the semiconductor laser component and the optic on it is soldered. Moreover, bonding of the Au line is carried out on the pad of the terminal 4 for electrical signal I/O. Furthermore, a window is joined to the window frame 3 for optical fiber attachment, and finally, on the metal frame 2, a metal lid carries out a hermetic seal and is attached. Here, since said Peltier device tends to be influenced of heat, low-melt point point solder is used for the soldering, and the solder of a low-melt point point is further used for soldering of the carrier on it. And wirebonding of the semiconductor laser component carried on said carrier is performed at about 100-degree C low temperature by the ultrasonic-jointing method so that said low-melt point point solder may not fuse.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the heat at the time of joining a window to the window frame for optical fiber attachment, or soldering a Peltier device on a metal bottom plate, nickel of nickel layer diffuses the inside of Au layer, Au layer front face is arrived at, it oxidizes, and there is a problem that wirebonding nature and soldered joint nature are checked. Since especially wirebonding nature has bonding temperature as low as about 100 degrees C, it is also checked

remarkably that the front face oxidized slightly. In order to remove this evil, when Au layer is covered thickly, Au is spread so much in solder at the time of a soldered joint, and it is an Au-Sn compound. (especially AuSn4) It generates and the problem that the bonding strength (shear strength) and the fatigue property of the soldered joint section fall arises.

[0007] Thus, the coexistence with wirebonding nature and soldered joint nature was difficult for the conventional package for OPTO semiconductor devices. This invention aims at offer of the package for OPTO semiconductor devices which is excellent in both wirebonding nature and soldered joint nature.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The metal frame prepared so that this invention may make a case on a metal bottom plate and a metal bottom plate, In the package for OPTO semiconductor devices which makes the principal part the external lead formed in the window frame for optical fiber attachment prepared in the front face of a metal frame, the terminal for electrical signal I/O prepared in the side face of a metal frame, and said terminal for electrical signal I/O It is the package for OPTO semiconductor devices characterized by nickel layer, Pd layer with a thickness of 0.2 micrometers or more, and with a 0.1-micrometer or more thickness [0.6 micrometer or less] Au layer being covered by the pad section of a metal bottom plate, a metal frame, and the terminal for electrical signal I/O, and external lead at this order at least.

[0009]

[Embodiment of the Invention] nickel layer, Pd layer, and Au layer are covered by metal outcrops, such as the pad section of the metal bottom plate whose package for OPTO semiconductor devices of this invention (it is hereafter written as a package.) is that configuration member, a metal frame, and the terminal for electrical signal I/O, and an external lead, at this order. Depending on the class of window to join, covering of nickel layer, Pd layer, and Au layer may be made by the window frame.

[0010] In this invention, nickel layer plays the role which raises the adhesion to said metal outcrop of Pd layer. It prevents controlling that Pd layer intervenes between nickel layer and Au layer, and nickel of said nickel layer diffuses it to Au layer, nickel arriving at Au layer front face, oxidizing, and checking wirebonding nature. since the rate which dissolves in solder and is diffused even if Pd diffuses the inside of Au layer even if here and it arrives at the front face of Au layer is markedly alike compared with Au, soldered joint reinforcement is not reduced like Au since it is small, and Pd cannot oxidize easily, wirebonding nature is not reduced The reason for specifying the thickness of Pd layer to 0.2 micrometers or more is because the effectiveness is not fully acquired in less than 0.2 micrometers. Although especially an upper limit is not specified, since the effectiveness will be saturated and it will only become cost quantity if it exceeds 3 micrometers, 3 micrometers or less are desirable. The part into which Pd concentration exceeds 50at(s)% among the Au-Pd diffusion layer produced by the heat history by soldering, soldering, etc. and a Pd-nickel diffusion layer is also contained in the thickness of said Pd layer.

[0011] Au layer forms the maximum surface of an enveloping layer, and raises wirebonding nature and solder wettability. The reason for specifying the thickness of Au layer to 0.1 micrometers or more 0.6 micrometers or less is for an Au-Sn compound to generate in the soldered joint section, and for the bonding strength of the soldered joint section to fall to it in the case of a soldered joint, when the effectiveness is not fully acquired but exceeds 0.6 micrometers in less than 0.1 micrometers. Especially the thickness of desirable Au layer is 0.2-0.5 micrometers. The thickness of the Au-Pd diffusion layer to which Au concentration exceeds 50at(s)% is also contained in the thickness of said Au layer.

[0012] In this invention, the thickness of Pd layer including the above-mentioned diffusion layer and Au layer becomes in general the same as the thickness of the first stage before a diffusion layer is formed as another, when Pd arrives even at the front face of Au layer. In addition, although there is effectiveness of raising wirebonding nature and solder wettability also in said Pd layer, it is difficult for there to be especially no effectiveness like Au layer about wirebonding nature, to replace Pd layer with Au layer, and to use for the maximum surface.

[0013] In this invention, the wet galvanizing methods, such as electroplating and a nonelectrolytic plating method, are advantageous to covering of nickel layer, Pd layer, and Au layer in cost. In this

invention, in case the part it is not desirable that a front face is Au layer in order to use means, such as the glass closure, at processes, such as window junction, covers nickel layer, Pd layer, and Au layer, it is good to carry out a mask.

[0014]

[Example] Below, an example explains this invention at a detail.

(Example 1) It carried out at the assembly in the configuration which Ag soldering was carried out, respectively and showed the metal bottom plate 1 made from a Cu-W alloy, the metal frame 2 made from a Fe-nickel-Co alloy and the window frame 3 for optical fiber attachment, the terminal 4 for the electrical signal I/O made from an alumina, and the external lead 5 made from a Fe-nickel-Co alloy in drawing 1, sequential electroplating of nickel layer, Pd layer, and the Au layer was carried out in the thickness of 4 micrometers, 1.0 micrometers, and 0.3 micrometers at this assembly, respectively, and the package was produced. In addition, in said electroplating, the mask of the alumina part of said terminal 4 was carried out, and it electroplated only the pad section. Then, the window made from sapphire was soldered with the Au-Sn alloy wax to said window frame 3.

[0015] When the thickness of each enveloping layer of said package was measured using the AES analysis apparatus, for the thickness of Au layer, the thickness of 0.2 micrometers and an Au-Pd diffusion layer was [the thickness of 0.3 micrometers and a Pd-nickel diffusion layer of the thickness of 0.2 micrometers and Pd layer] 1.2 micrometers. The ratio of the thickness of the part into which, as for said Au-Pd diffusion layer, Au concentration exceeds 50at(s)%, and the thickness of the part into which the remaining Pd concentration exceeds 50at(s)% was 1:1. The ratio of the thickness of the part into which Pd concentration exceeds 50at(s)% also in a Pd-nickel diffusion layer, and the thickness of the part into which nickel concentration exceeds 50at(s)% was 1:1.

[0016] (Example 1 of a comparison) To the same structure as an example 1, sequential electroplating of nickel layer and the Au layer was carried out at the thickness of 4 micrometers and 1.3 micrometers, respectively, the window made from sapphire was soldered with the Au-Sn alloy wax to the metal frame 2 after that, and the package was produced.

[0017] On the bottom plate of each package manufactured in the example 1 and the example 1 of a comparison, Cu block which electroplated Au layer was soldered with Sn-Pb eutectic solder (melting point of 183 degrees C), and the bonding strength was measured. Moreover, the heat cycle test was performed between the temperature of -65 degrees C and 150 degrees C, and the generating situation of a crack was investigated with ultrasonic test equipment about the soldered joint section after a trial (n=20).

[0018] The example package of this invention of soldered joint reinforcement (example 1) was twice [about] as more expensive as a conventional-type package (example 1 of a comparison). This is because, as for the example package of this invention, the diffusion to Au layer front face of nickel was prevented by Pd layer. As shown in drawing 2, even if the number of cycles of a heat cycle test result increased with the example package of this invention, there was little what produces a crack. This is because Pd layer was made to intervene with this invention package and Au layer was made thin. With the conventional-type package, what produces a crack increased at an increasing tempo as the number of cycles increased. Since this had thick Au layer, it is because the Au-Sn compound generated in the soldered joint section.

[0019] (Example 2) After using low melting glass for the window frame 4 for optical fiber attachment of the assembly assembled in the example 1 and joining a glass window to it, the mask of the window section was carried out, nickel layer was electroplated in thickness of 5 micrometers, on it, Pd layer and Au layer were electroplated in order, and the package was produced. Here, the thickness of said Au layer was fixed to 0.1 micrometers, and the thickness of Pd layer was changed to 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, and 0.8 micrometers.

[0020] On the metal bottom plate 1 of this package, Sn-Pb eutectic solder was used, the Peltier device was soldered, and the carrier carrying an OPTO semiconductor device was soldered using In system solder (melting point of 150 degrees C) on it. Next, bonding of the pad on an OPTO semiconductor device and the pad on the terminal for electrical signal I/O was carried out by Au line at 100 degrees C

the ultrasonic-jointing method.

[0021] Tension and shearing mode were observed for Au line after said bonding up. In the result, as shown in drawing 3, when the thickness of Pd layer was less than 0.2 micrometers, the poor bonding rate increased rapidly. Said contents of a defect are low [the open circuit by wedge weld junction (pad section of the terminal for electrical signal I/O), unsealed, and bonding strength] etc. When the AES analysis apparatus analyzed the front face of a thing whose thickness of Pd layer is 0.1 micrometers, it was observed that nickel is spread on Au layer front face.

[0022] (Example 3) Fixed the thickness of Pd layer to 1.0 micrometers, and the thickness of Au layer was changed to 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, and 1.0 micrometers, and also the package was produced by the same approach as an example 2, and the tension test of Au line was performed like the example 2 about these packages. Moreover, the shear strength of the joint by the Sn-Pb eutectic solder of a Peltier device and a metal bottom plate was measured before and after the heat cycle test. Said heat cycle test is 1500 cycle ***** between the temperature of 125 degrees C and -55 degrees C.

[0023] As shown in drawing 4, when the thickness of Au layer was less than 0.1 micrometers, the poor wirebonding rate increased the tension test result of Au line. Said contents of a defect are low [unsealed and bonding strength] etc. The shear strength of the soldered joint section fell sharply, when the thickness of Au layer exceeded 0.6 micrometers, as shown in drawing 5 R> 5. Since this has thick Au layer, it is because Au was spread in solder and the Au-Sn compound generated in the soldered joint section. In addition, at drawing 5, the shear strength ratio which ** (ed) shear strength after a heat cycle test with the shear strength before a heat cycle test has shown said shear strength.

[0024]

[Effect of the Invention] As stated above, the package for OPTO semiconductor devices of this invention constitute the package for OPTO semiconductor devices, and even if few, a metal bottom plate, a metal frame, It is what covered nickel layer, Pd layer with a thickness of 0.2 micrometers or more, and with a 0.1-micrometer or more thickness [0.6 micrometer or less] Au layer at this order on the pad section of the terminal for electrical signal I/O, and an external lead. Since diffusion of nickel is prevented by said Pd layer, and wirebonding nature is secured and Au layer can be made thin according to said operation of Pd layer, soldered joint nature is secured. Therefore, remarkable effectiveness is done so on industry.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the package for OPTO semiconductor devices.

[Drawing 2] It is the related Fig. of the number rate of crack initiation individuals of the soldered joint section, and the number of temperature cycles.

[Drawing 3] It is the related Fig. of a poor wirebonding rate and the thickness of Pd layer.

[Drawing 4] It is the related Fig. of a poor wirebonding rate and the thickness of Au layer.

[Drawing 5] It is the related Fig. of the shear strength ratio of the soldered joint section, and the thickness of Au layer.

[Description of Notations]

1 Metal Bottom Plate

2 Metal Frame

3 Window Frame for Optical Fiber Anchoring

4 Terminal for Electrical Signal I/O

5 External Lead

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-323731

(P2000-323731A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム [*] (参考)
H 0 1 L 31/0232		H 0 1 L 31/02	C 2 H 0 3 7
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	5 F 0 7 3
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 3/18	6 1 2 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-132041
(22) 出願日 平成11年 5 月12日 (1999. 5. 12)

(71) 出願人 000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号
(72) 発明者 岡田 貴弘
東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内
(72) 発明者 村田 秀明
東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内
F ターム (参考) 2H037 BA02 BA11 DA06
5F073 FA22 FA27 FA30
5F088 BA16 JA03 JA10

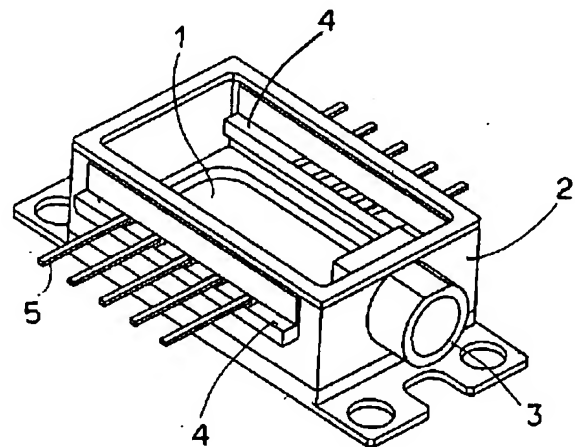
(54) 【発明の名称】 光半導体素子用パッケージ

(57) 【要約】

【課題】 ワイヤボンディング性および半田接合性に優れる光半導体素子用パッケージを提供する。

【解決手段】 金属底板 1、金属底板 1 上に筐体をなすように設けられる金属棒体 2、金属棒体 2 の前面に設けられる光ファイバ取付用窓枠 3、金属棒体 2 の側面に設けられる電気信号入出力用端子 4、前記電気信号入出力用端子 4 に設けられる外部リード 5 を主要部とする光半導体素子用パッケージにおいて、少なくとも金属底板 1、金属棒体 2、電気信号入出力用端子 4 のパッド部、および外部リード 5 に、Ni 層、厚み 0. 2 μ m 以上の Pd 層、厚み 0. 1 μ m 以上 0. 6 μ m 以下の Au 層がこの順に被覆されている光半導体素子用パッケージ。

【効果】 前記 Pd 層により Ni の拡散が防止されてワイヤボンディング性が確保され、また Pd 層の前記作用により Au 層を薄くできて半田接合性が確保される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属底板、金属底板上に筐体をなすように設けられる金属棒体、金属棒体の前面に設けられる光ファイバ取付用窓枠、金属棒体の側面に設けられる電気信号入出力用端子、前記電気信号入出力用端子に設けられる外部リードを主要部とする光半導体素子用パッケージにおいて、少なくとも金属底板、金属棒体、電気信号入出力用端子のパッド部、および外部リードに、Ni層、厚み0.2μm以上のPd層、厚み0.1μm以上0.6μm以下のAu層がこの順に被覆されていることを特徴とする光半導体素子用パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワイヤボンディング性および半田接合性に優れた光半導体素子用パッケージに関する。

【0002】

【従来の技術】光半導体素子用パッケージは、図1に示すように、金属底板1、金属底板1上に筐体をなすように設けられる金属棒体2、金属棒体2の前面に設けられる光ファイバ取付用窓枠3、金属棒体2の側面に設けられる電気信号入出力用端子4、前記端子4に設けられる外部リード5を主要部とする。前記端子4にはボンディングワイヤを接合するためのパッドが形成されている。

【0003】そして金属棒体2には、その側面に設けられる電気信号入出力用端子（パッド部以外はセラミック製）4と熱膨張係数が近似したFe-Ni合金やFe-Ni-Co合金などが用いられ、金属底板1には、金属棒体2と熱膨張係数が近似し且つ半導体レーザー素子等の発熱を速やかに放散し得る良熱伝導性のCu-W合金などが用いられている。

【0004】また、金属底板1、金属棒体2、電気信号入出力用端子4のパッド部、外部リード5などの金属露出部上にはNi層とAu層を順に被覆して、前記金属露出部の酸化と腐食防止、金属底板1および外部リード5における半田接合性の確保、前記パッド部でのワイヤボンディング性の確保などが図られている。ここで、ボンディングワイヤには、通常、Au層と接合し易いAu線が用いられる。

【0005】このような光半導体素子用パッケージでは、金属底板1上にペルチェ素子（熱電冷却素子）が半田付けされ、その上に半導体レーザー素子や光学部品を搭載したキャリアが半田付けされる。また電気信号入出力用端子4のパッド上にAu線がボンディングされる。さらに光ファイバ取付用窓枠3にウィンドウが接合され、最後に金属棒体2上に金属蓋体が気密封止して取付けられる。ここで、前記ペルチェ素子は熱の影響を受け易いため、その半田付けには低融点半田が用いられ、その上のキャリアの半田付けにはさらに低融点の半田が用いられる。そして前記キャリア上に搭載される半導体レ

ーザー素子のワイヤボンディングは、前記低融点半田が溶融しないように超音波接合法により100℃程度の低温で行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、光ファイバ取付用窓枠にウィンドウを接合したり、金属底板上にペルチェ素子を半田付けしたりする際の熱で、Ni層のNiがAu層中を拡散してAu層表面に達し酸化して、ワイヤボンディング性や半田接合性が阻害されるという問題がある。特にワイヤボンディング性は、ボンディング温度が100℃程度と低いいため表面が僅かに酸化しただけでも著しく阻害される。この弊害を除くためにAu層を厚く被覆すると、半田接合時にAuが半田中に多量に拡散してAu-Sn化合物（特にAuSn₄）が生成し、半田接合部の接合強度（剪断強度）や疲労特性が低下するという問題が生じる。

【0007】このように、従来の光半導体素子用パッケージは、ワイヤボンディング性と半田接合性との両立が困難であった。本発明は、ワイヤボンディング性と半田接合性の両方に優れた光半導体素子用パッケージの提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、金属底板、金属底板上に筐体をなすように設けられる金属棒体、金属棒体の前面に設けられる光ファイバ取付用窓枠、金属棒体の側面に設けられる電気信号入出力用端子、前記電気信号入出力用端子に設けられる外部リードを主要部とする光半導体素子用パッケージにおいて、少なくとも金属底板、金属棒体、電気信号入出力用端子のパッド部、および外部リードに、Ni層、厚み0.2μm以上のPd層、厚み0.1μm以上0.6μm以下のAu層がこの順に被覆されていることを特徴とする光半導体素子用パッケージである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の光半導体素子用パッケージ（以下、パッケージと略記する。）は、その構成部材である金属底板、金属棒体、電気信号入出力用端子のパッド部、外部リードなどの金属露出部にNi層、Pd層、Au層がこの順に被覆されたものである。接合するウィンドウの種類によっては窓枠にもNi層、Pd層、Au層の被覆がなされる場合がある。

【0010】本発明において、Ni層はPd層の前記金属露出部への密着性を高める役割を果たす。Pd層は、Ni層とAu層間に介在して前記Ni層のNiがAu層へ拡散するのを抑制し、NiがAu層表面に達し酸化してワイヤボンディング性を阻害するのを防止する。ここで、Pdは、たとえAu層中を拡散してAu層の表面に達しても、半田に溶解し拡散する速度がAuに比べて格段に小さいためAuのように半田接合強度を低下させることがなく、またPdは酸化し難いためワイヤボンディ

ング性を低下させることもない。Pd層の厚みを0.2 μm 以上に規定する理由は、0.2 μm 未満ではその効果が十分に得られないためである。上限は特に規定しないが、3 μm を超えるとその効果が飽和しコスト高になるだけなので3 μm 以下が望ましい。前記Pd層の厚みには、ろう付け、半田付けなどによる熱履歴によって生じるAu-Pd拡散層、Pd-Ni拡散層のうちPd濃度が50at%を超える部分も含まれる。

【0011】Au層は被覆層の最表層を形成して、ワイヤボンディング性および半田濡れ性を高める。Au層の厚みを0.1 μm 以上0.6 μm 以下に規定する理由は、0.1 μm 未満ではその効果が十分に得られず、0.6 μm を超えると半田接合の際に半田接合部にAu-Sn化合物が生成して半田接合部の接合強度が低下するためである。特に望ましいAu層の厚みは0.2~0.5 μm である。前記Au層の厚みには、Au濃度が50at%を超えるAu-Pd拡散層の厚みも含まれる。

【0012】本発明において、前述の拡散層を含むPd層およびAu層の厚みは、PdがAu層の表面にまで到達した場合は別として、拡散層が形成される前の初期の厚みと概ね同じになる。なお、前記Pd層にもワイヤボンディング性および半田濡れ性を向上させる効果があるが、特にワイヤボンディング性についてはAu層ほどの効果はなく、Pd層をAu層に代えて最表層に用いることは困難である。

【0013】本発明において、Ni層、Pd層、Au層の被覆には電気めっき法、無電解めっき法などの湿式めっき法がコスト的に有利である。本発明において、ウィンドウ接合などの工程でガラス封止などの手段を用いるため表面がAu層であることが好ましくない部位は、Ni層、Pd層、Au層を被覆する際に、マスクしておくのが良い。

【0014】

【実施例】以下に、本発明を実施例により詳細に説明する。

(実施例1) Cu-W合金製金属底板1、Fe-Ni-Co合金製の金属棒体2および光ファイバ取付用窓枠3、アルミナ製電気信号入出力用端子4、Fe-Ni-Co合金製外部リード5を、それぞれAgろう付けして図1に示した形状に組立て、この組立体にNi層、Pd層、Au層をそれぞれ4 μm 、1.0 μm 、0.3 μm の厚みに順次電気めっきしてパッケージを作製した。なお、前記電気めっきでは前記端子4のアルミナ部分はマスクし、パッド部のみを電気めっきした。その後、前記窓枠3にサファイア製ウィンドウをAu-Sn合金ろうでろう付けした。

【0015】前記パッケージの各被覆層の厚みをAES分析装置を用いて測定したところ、Au層の厚みは0.2 μm 、Au-Pd拡散層の厚みは0.2 μm 、Pd層の厚みは0.3 μm 、Pd-Ni拡散層の厚みは1.2

μm であった。前記Au-Pd拡散層は、Au濃度が50at%を超える部分の厚みと、残りのPd濃度が50at%を超える部分の厚みの比は1:1であった。Pd-Ni拡散層もPd濃度が50at%を超える部分の厚みと、Ni濃度が50at%を超える部分の厚みの比は1:1であった。

【0016】(比較例1) 実施例1と同じ構造体にNi層およびAu層を、それぞれ4 μm 、1.3 μm の厚みに順次電気めっきし、その後金属棒体2にサファイア製ウィンドウをAu-Sn合金ろうでろう付けしてパッケージを作製した。

【0017】実施例1と比較例1で製造した各々のパッケージの底板上に、Au層を電気めっきしたCuブロックをSn-Pb共晶半田(融点183℃)により半田付けしその接合強度を測定した。また-65℃と150℃の温度間で温度サイクル試験を行い、試験後の半田接合部についてクラックの発生状況を超音波探傷装置により調査した(n=20)。

【0018】半田接合強度は、本発明例パッケージ(実施例1)の方が従来型パッケージ(比較例1)より約2倍高かった。これは、本発明例パッケージはPd層によりNiのAu層表面への拡散が阻止されたためである。温度サイクル試験結果は、図2に示すように、本発明例パッケージではサイクル数が増えてもクラックを生じるものが少なかった。これは、本発明パッケージではPd層を介在させてAu層を薄くしたためである。従来型パッケージではサイクル数が増えるにつれてクラックを生じるものが加速度的に増加した。これはAu層が厚かったため半田接合部にAu-Sn化合物が生成したためである。

【0019】(実施例2) 実施例1で組立てた組立体の光ファイバ取付用窓枠4にガラス製ウィンドウを低融点ガラスを用いて接合した後、ウィンドウ部をマスクして、Ni層を厚み5 μm に電気めっきし、その上にPd層とAu層を順に電気めっきしてパッケージを作製した。ここで、前記Au層の厚みは0.1 μm に固定し、Pd層の厚みは0.05、0.1、0.2、0.3、0.5、0.8 μm に変化させた。

【0020】このパッケージの金属底板1上にSn-Pb共晶半田を用いてベルチェ素子を半田付けし、その上に光半導体素子を搭載したキャリアをIn系半田(融点150℃)を用いて半田付けした。次に、光半導体素子上のパッドと電気信号入出力用端子上のパッドとを超音波接合法により100℃でAu線によりボンディングした。

【0021】前記ボンディング後のAu線を上方に引張り、破断モードを観察した。その結果は、図3に示すように、Pd層の厚みが0.2 μm を下回るとボンディング不良割合が急増した。前記不良内容は、ウェッジボンド部(電気信号入出力用端子のパッド部)での断線、未

接合、接合強度が低いなどである。Pd層の厚みが0.1 μm のものの表面をAES分析装置により分析したところAu層表面にNiが拡散しているのが観察された。

【0022】(実施例3) Pd層の厚みを1.0 μm に固定し、Au層の厚みを0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 μm に変化させた他は、実施例2と同じ方法によりパッケージを作製し、これらパッケージについて実施例2と同じようにしてAu線の引張試験を行った。またペルチェ素子と金属底板とのSn-Pb共晶半田による接合部の剪断強度を温度サイクル試験前後で測定した。前記温度サイクル試験は125℃と-55℃の温度間で1500サイクル行った。

【0023】Au線の引張試験結果は、図4に示すように、Au層の厚みが0.1 μm を下回るとワイヤボンディング不良割合が増加した。前記不良内容は未接合、接合強度が低いなどである。半田接合部の剪断強度は、図5に示すように、Au層の厚みが0.6 μm を上回ると大幅に低下した。これはAu層が厚いためAuが半田中に拡散して半田接合部にAu-Sn化合物が生成したためである。なお、図5では前記剪断強度は、温度サイクル試験後の剪断強度を温度サイクル試験前の剪断強度で除した剪断強度比で示してある。

【0024】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明の光半導体

素子用パッケージは、光半導体素子用パッケージを構成する少なくとも金属底板、金属枠体、電気信号入出力用端子のパッド部、および外部リード上に、Ni層、厚み0.2 μm 以上のPd層、厚み0.1 μm 以上0.6 μm 以下のAu層をこの順に被覆したもので、前記Pd層によりNiの拡散が防止されてワイヤボンディング性が確保され、またPd層の前記作用によりAu層を薄くできるため半田接合性が確保される。依って、工業上顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】光半導体素子用パッケージの斜視図である。

【図2】半田接合部のクラック発生個数割合と温度サイクル数との関係図である。

【図3】ワイヤボンディング不良割合とPd層の厚みとの関係図である。

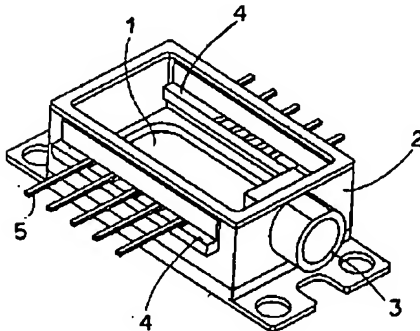
【図4】ワイヤボンディング不良割合とAu層の厚みとの関係図である。

【図5】半田接合部の剪断強度比とAu層の厚みとの関係図である。

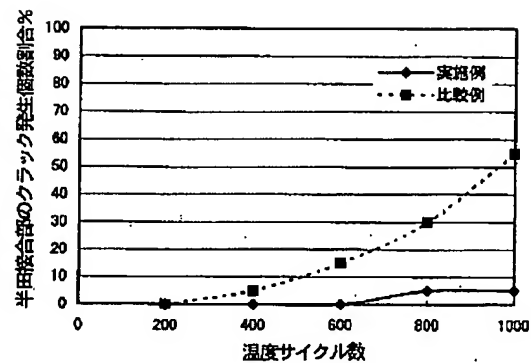
【符号の説明】

- 1 金属底板
- 2 金属枠体
- 3 光ファイバ取付け用窓枠
- 4 電気信号入出力用端子
- 5 外部リード

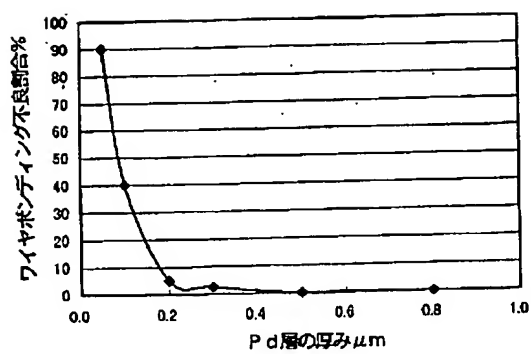
【図1】



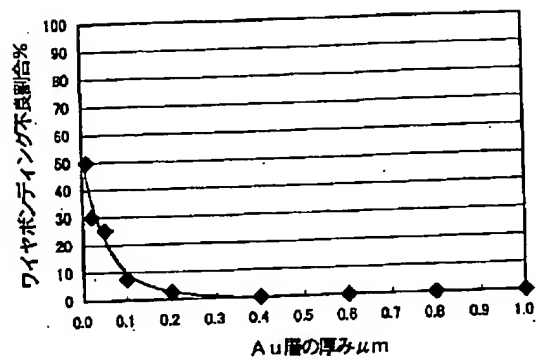
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

